

APPLICATION NOTE

Connectique Cu

Le câblage intelligent –
applications du câblage structuré - exécution et puissance d'émission

Le câblage intelligent

Applications du câblage structuré – exécution et puissance d'émission

Résumé

Le câblage intelligent anticipé de bâtiments est d'une importance cruciale pour l'utilisabilité ultérieure d'un bien immobilier. Le fonctionnement fiable de l'ensemble du réseau pendant de longues années n'est garanti que si des composants appropriés sont installés correctement. Les exigences sont pointues. L'utilisation va de la multiprise encastrée permettant de brancher au maximum trois appareils via des panneaux de brassage à 24 et 48 ports jusqu'à des applications avec protection IP44 et IP67. Il faut remarquer qu'il existe différentes spécifications internationales pour l'exécution d'une installation électrique. La conception des différents composants correspond aux exigences de la puissance de transmission maximale possible dans chaque cas et offre en plus suffisamment de réserves pour des applications futures. L'état actuel de la technique est caractérisé par des composants selon la catégorie 6_A de la norme ISO/IEC 11801, éd.2.2, pour le 10 GB Ethernet. Cependant, la haute performance, la grande souplesse d'utilisation et la robustesse mécanique sont bien souvent des exigences contradictoires. Avec leur structure strictement modulaire, les solutions haut de gamme offrent une grande diversité d'utilisation et une puissance de transmission élevée. De plus, elles peuvent être utilisées au niveau international tout en respectant l'efficacité requise.

Sommaire

Résumé.....	2
Sommaire.....	2
La spécification – le câblage structuré.....	3
La théorie, c'était hier, tournons-nous vers la pratique.....	3
Applications dans les bâtiments administratifs.....	4
Le dérivateur de palier – haute densité d'équipement.....	4
Le boîtier de raccordement fixe – exigences internationales.....	4
Le boîtier de raccordement variable – raccordement dans les espaces les plus restreints.....	5
Applications dans l'industrie.....	5
Le test de résistance – protection contre un environnement hostile.....	5
De plus en plus importante – la protection contre l'accès non autorisé.....	6
Applications dans des modules d'habitations	6
Applications dans des centrales de calcul.....	6
Le défi le plus difficile à relever – la puissance de transmission.....	7
Quel est le véritable problème ?.....	7
NEXT – near end crosstalk (paradiaphonie).....	7
Return loss (perte en retour).....	8
Alien Xtalk (paradiaphonie exogène).....	8
Observations finales.....	8

La spécification – le câblage structuré

Le câblage de bâtiments pour les différents services voix et données est d'une importance cruciale pour l'utilisation ultérieure du bien immobilier. Dans ce contexte, la planification détaillée aide à protéger les investissements pendant de nombreuses années. La norme EN 50173 « Technologie de l'information – systèmes de câblage générique », ou, au niveau international, la norme presque identique ISO/IEC 11801 sont reconnues comme guide pour l'implantation de tels systèmes de câblage. Les systèmes implantés selon ces normes sont également appelés « câblage structuré ». La norme est tout autant valable pour le câblage avec des câbles en cuivre et en fibre de verre. Les observations qui suivent se rapportent presque exclusivement à un câblage en cuivre étant donné qu'il constitue encore la majeure partie des installations neuves.

L'objectif de la norme est de créer une base de câblage générale n'exigeant pas une application de communication déterminée.

Tous les terminaux doivent communiquer via un seul système de câblage. Ceci permet de mettre fin à la prolifération sauvage existant actuellement dans le câblage où chaque application demande une liaison conçue spécialement pour elle. En même temps, une structure contraignante est imposée.

La norme définit une répartition du câblage de la distribution centrale d'un site en passant par des distributeurs individuels dans les bâtiments (câblage primaire) jusqu'à des dérivateurs de palier (câblage secondaire) pour finir par les ports de télécommunication (câblage tertiaire). Elle prescrit donc une topologie en forme d'étoile qui offre différents avantages :

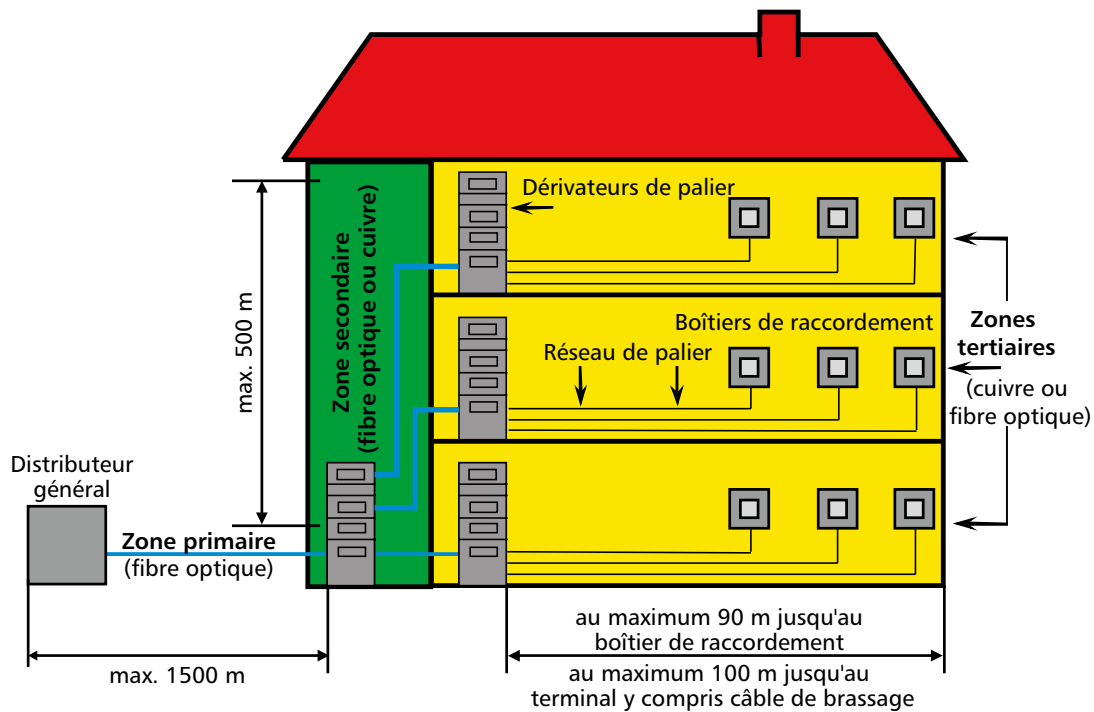
Des pièces du réseau peuvent être éliminées ou ajoutées sans problème et sans que cela ait une quelconque influence sur le fonctionnement des autres pièces.

Les pannes dans des sections de l'installation n'ont aucune influence sur l'ensemble du réseau.

La communication à l'intérieur des réseaux partiels est maintenue quand une panne se produit sur des parties hiérarchiquement supérieures.

Ces définitions relatives à la structuration du câblage des bâtiments créent les conditions nécessaires pour réduire le travail et, par conséquent, pour réduire les coûts de montage et d'entretien.

Mais qu'en est-il des différentes situations d'implantation, types de montage et constructions d'appareils, donc des différentes applications ? Quelles sont les versions existantes ? À quelles conventions convient-il de prêter attention ? Existe-t-il des particularités régionales ? Que faut-il considérer en matière de puissance de transmission ? Quelle est la technologie offrant la meilleure sécurité d'investissement pour les années à venir ?



La théorie, c'était hier, tournons-nous vers la pratique

L'installation est réalisée dans un canal d'alège, une plinthe, sous enduit, sur enduit, dans une paroi creuse, le sol, des planchers creux, un local de distribution, l'armoire 19", le répartiteur secondaire, sur le rail profilé, etc. Les composants les plus variés d'un câblage structuré sont utilisés.

À chaque type d'installation, correspondent des exigences spéciales envers la structure et la conception des différents éléments.

Ci-dessous, vous trouverez la description des applications les plus importantes ainsi que des indications permettant de

réaliser des exécutions intelligentes.

Avec sa structuration en bâtiments administratifs, bâtiments à usage industriel, modules d'habitation et centres de calcul, la norme EN 50173 spécifie une répartition utile.

Applications dans les bâtiments administratifs

Le dérivateur de palier – haute densité d'équipement

Un bâtiment administratif est un immeuble de plusieurs étages caractérisé par une utilisation intensive du câblage de transfert des données. Des dérivateurs de paliers de la technologie 19" sont utilisés ici d'une manière typique. Des panneaux de brassage avec un maximum de 48 ports sur 1,5 unités de hauteur offrent le maximum en termes de densité d'équipement. Les connecteurs et les broches femelles doivent donc être aussi petits que possible et conçus de manière à se contenter de très peu de place. Un débit de données important, la stabilité et la facilité de montage doivent cependant être assurés.

Les systèmes faciles à monter pour l'installateur ont une structure modulaire et offrent des liaisons de communication fiables et sûres des différents fils des câbles via des contacts à déplacement d'isolant. Les câbles d'installation sont équipés de modules de broches femelles qui sont alors enclenchés

dans les supports prévus à cet effet sur le panneau de brassage. Seules quelques étapes sont nécessaires dans le meilleur des cas pour confectionner les modules de broches femelles : placer les différents fils conformément au code de couleur dans la pièce de chargement, enfoncer la pièce de chargement dans le boîtier du module et fermer le boîtier à la main sans utiliser d'outil – terminé. L'utilisation d'outils spéciaux ne correspond plus au niveau de la technique de systèmes modernes. La facilité d'ouverture et la capacité de réutilisation garantissent un entretien économique. Les sources d'erreur au montage sont évitées et une liaison durablement fiable est établie. L'exécution technique des modules de broches femelles doit permettre de raccorder les paires de fils à la borne en détordant aussi peu que possible le câblage. Cela évite des pertes pendant la transmission de données.

Pour garantir une certaine échangeabilité des différents modules, l'exécution des modules

au format Keystone qui est très courant est avantageuse quand ils sont utilisés au niveau international.

Des dispositifs de protection simple du cordon et de compensation du potentiel ainsi que des possibilités simples de marquage rendent l'utilisation des panneaux de brassage plus facile, réduisent le travail et le temps de montage et simplifient les travaux d'entretien ultérieurs.



Le boîtier de raccordement fixe – exigences internationales

Les boîtiers de raccordement sont l'une des pièces les plus critiques du câblage structuré. C'est par leur intermédiaire que l'utilisateur final peut se raccorder au réseau. Dans le doute, il convient de partir du principe que le nombre de boîtiers de raccordement sera toujours insuffisant ou qu'ils se trouvent au mauvais endroit.

avec faible profondeur de montage mettent les installateurs devant des situations difficiles demandant des solutions exigeantes. Les modules à enficher avec une sortie à 90° facilitent considérablement le montage.

Aux USA, en Grande-Bretagne et dans l'espace asiatique, on trouve souvent des câblages passés dans les parois creuses. Elles offrent en général des conditions idéales pour installer facilement les boîtiers de raccordement. Cependant, en raison des différentes

confectionner et réutilisable qui est encliquetée dans le cadre porteur facilite et réduit le travail de l'installateur. Il est évident que l'interconnexion garantit un niveau de pertes aussi faible que possible.

Sur les boîtiers de raccordement, les possibilités de marquage ont une importance particulière. Ils doivent être facile à poser par l'installateur, mais en même temps, ils doivent être protégés contre une élimination non autorisée.

D'autre part, l'exigence esthétique de l'utilisateur final ne doit pas être négligée. La compatibilité avec les plaques de recouvrement des différents fabricants doit être garantie afin de permettre une large utilisation parmi les différentes spécifications conceptuelles.

directives nationales relatives, par ex., aux dimensions des boîtiers, une multitude d'adaptations est nécessaire. La liste suivante donne un bref aperçu des spécifications internationales.

Ici aussi, comme pour les panneaux de brassage, une structure modulaire est judicieuse pour garantir un montage rapide et simple. Un module de broches femelles facile à



Ils existent dans différentes versions avec un maximum de 3 ports par boîtier.

En Allemagne, les câbles et les boîtiers sont souvent placés

dans des canaux d'allège au niveau des fenêtres. Ils offrent suffisamment de place et de profondeur de montage pour garantir une installation sans problème. Dans d'autres pays, par ex. en France, l'utilisation de canaux d'allège n'est pas courante. Ici, les câbles sont plutôt passés dans les plinthes des parois. Les espaces d'implantation réduits



ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

Environnement DIN de l'installation (Allemagne)

Environnement FS de l'installation (France)

Environnement USS de l'installation (USA)

Environnement BS de l'installation (Grande-Bretagne)

COTES DES BOÎTIERS

80 x 80 mm

45 x 45 mm (double); 22,5 x 45 mm (simple)

114.3 x 69.9 mm

86 x 86 mm (simple); 145 x 86 mm (double)

Le boîtier de raccordement variable – raccordement dans les espaces les plus restreints

Certains câblages de bureau prévoient aussi des points finaux variables. Ici, on utilise des distributeurs intermédiaires, par ex. sous la forme d'unités enterrées via lesquelles les différents points finaux sont alors raccordés de manière flexible. Surtout dans le cas d'unités enterrées coulées dans la chape, la place est extrêmement étroite, ce dont résultent des exigences très pointues pour la mise à disposition de débits de données importants et la capacité de commande des systèmes.

Les systèmes modulaires garantissant un montage rapide et fiable sont le choix idéal dans ce cas.

Outre le câblage direct de terminaux sur l'unité enterrée, on trouve aussi souvent des branchements dans des meubles ou dans des parois caractérisés par une faible profondeur de montage. Ici, on utilise des prises avec alimentation à un angle de 90° ou 270°, car elles ne nécessitent qu'une fraction de la profondeur de montage habituelle.



Applications dans l'industrie

Le test de résistance – protection contre un environnement hostile

La poussière, la crasse, l'humidité, les huiles, les graisses, la chaleur, le froid, les vibrations, le rayonnement ultraviolet et autres font la vie dure aux applications dans des systèmes de câblage dans la production industrielle et en extérieur.

Les armoires de commande pour les distributeurs intermédiaires en technologie 19" donnent une certaine protection. À l'extérieur de cet environnement protecteur, des mesures particulières doivent être prises. Les indices de protection standardisés dans la DIN EN 60529 donnent des premières valeurs indicatives pour la conception des produits. Dans l'armoire de commande, l'indice de protection « normal » IP20 – protection contre le contact avec les doigts – est courant. Cependant, dans un hall de production, une protection plus conséquente est nécessaire : la protection IP44 – protection contre les corps étrangers >1 mm et protection contre les éclaboussures – représente l'exigence minimale. D'autres sont équipés de la protection anti-poussière et de la protection contre les éclaboussures IP54 – ou IP67 – étanchéité à la poussière et protection en cas d'immersion intermittente dans l'eau.

Ce qui semble être une solution simple pour la conception des boîtiers, se révèle être compliqué lors de la mise en œuvre pour les différentes utilisations. Par exemple, il est pratiquement impossible d'amortir des vibrations constantes par un boîtier correspondant. Elles agissent directement sur le raccord instantané. Les différents éléments devraient être massifs et de construction solide pour y résister, mais ceci entraînerait une diminution de la qualité

des propriétés de transmission. Les connecteurs de bonne qualité trouvent ici l'équilibre nécessaire entre la solidité et la puissance de transmission et garantissent une liaison fiable.

Les systèmes modulaires qui couvrent fiablement les exigences des différents indices de protection et peuvent être confectionnés facilement sur le terrain sans outils spéciaux tout en garantissant des liaisons

fiables éliminent les sources de pannes. Des concepts spéciaux de blindage assurant la fiabilité des contacts et l'immunité contre les parasites garantissent d'excellentes propriétés de transmission. Grâce à des dispositifs de verrouillage sûrs à baïonnette ou filetage, en version push-pull ou avec crochet de verrouillage, les raccords sont durables et étanches, même en cas de vibrations continues ou de heurts tels des chocs et peuvent être facilement être séparés et verrouillés de nouveau. L'application d'une couche d'or sur les contacts évite la corrosion. Et il convient également de mentionner que l'utilisation de matériaux ignifugés assure une certaine protection contre les effets de la chaleur.

Les applications dans l'industrie agro-alimentaire et chimique, les installations à réaliser dans des zones de température élevée comme par exemple dans l'environnement de hauts-fourneaux, dans des zones à basse température comme les chambres froides ou aussi l'utilisation dans l'artisanat ou la médecine présentent des exigences propres. Il existe des solutions spéciales sur le marché.



De plus en plus importante – la protection contre l'accès non autorisé

Que ce soit dans l'industrie, dans les bureaux ou dans le domaine public – une importance toute particulière revient à la protection contre l'accès non autorisé à des raccords instantanés. Ces systèmes préviennent le vol de données et également la destruction délibérée. Des boîtiers verrouillables pour boîtiers



de raccordement n'empêchent pas seulement l'accès non autorisé au réseau de données. Sur les câbles de brassage enfichés, ils rendent le débranchement non intentionnel ou mal intentionné du raccord instantané impossible. Il convient aussi de respecter l'exécution correspondant à l'indice de protection IP requis.

Applications dans des modules d'habitation

L'expression « module d'habitation » ne désigne pas que des maisons individuelles, mais aussi ce que l'on appelle « small offices », par ex. des cabinets médicaux, ou aussi le cabinet d'un expert-comptable.

Normalement, l'installation est effectuée ici dans des boîtes d'encastrement d'une profondeur de 58 mm. Si l'espace est réduit, on utilise des boîtes d'une profondeur de 40 mm.

L'alimentation traditionnelle par l'arrière et les câbles d'installation rigides rendent le montage plus difficile. Les boîtiers de raccordement avec alimentation à un angle de 90° ou 270° sont la solution en cas de faible profondeur et facilitent la confection. Les

distributeurs intermédiaires représentent une application particulière. Souvent, la place ne suffit pas pour les installer dans un propre boîtier, mais ils sont logés au niveau de l'installation électrique dans les répartiteurs secondaires. Les modules correspondants peuvent être fixés sur un rail profilé. En général, l'arrivée du câble se fait par l'arrière et par le haut. Les modules présentent des possibilités de réception correspondantes.



Applications dans des centres de calcul

Si, dans le domaine industriel, l'exigence prioritaire concerne plutôt la robustesse que les systèmes peuvent opposer aux influences environnementales, l'effet perturbateur représenté par l'homme est le plus grand défi dans un centre de calcul. Les travaux de montage causent des souillures et sont toujours cause de pannes.

En général, un centre de calcul est structuré selon les besoins. Cela signifie que les appareillages et le câblage correspondant sont installés successivement.

Afin de garantir la fiabilité de fonctionnement du centre de calcul, les travaux par enlèvement de copeaux ou produisant de la poussière sont interdits.

Des systèmes de câblage entièrement pré-confectionnés sont utilisés pour satisfaire à ces exigences. Ils sont fabriqués industriellement de manière rationnelle et économique, sont faciles à installer et le montage est propre. Sur place, il n'y a plus qu'à enficher tous les composants. Les travaux à l'intérieur du centre de calcul sont réduits au minimum et les sources de panne sont aussi évitées en majeure partie lors de l'installation des différentes liaisons. De petites choses absolument évidentes y contribuent, comme le codage couleur ou le marquage compréhensibles qui

doivent être observés dès le stade de planification et de confection des systèmes.

Outre la réduction du temps de montage et, autant que faire se peut, l'élimination du facteur de perturbation que représente l'homme dans le centre de calcul, les systèmes de câblage prémon-

tés recèlent encore d'autres avantages.

Il est possible de les planifier entièrement, leur fabrication est économique et ils peuvent être essayés avant l'installation. De cette manière, le respect des standards et un haut niveau de qualité des produits sont garantis.



Le défi le plus difficile à relever – la puissance de transmission

Un point décisif a été un peu négligé jusqu'à présent dans les considérations relatives à l'exécution d'éléments du câblage structuré : la puissance de transmission possible des différents composants et de l'ensemble du réseau. Les spécifications à ce sujet déterminent quels éléments peuvent être utilisés.

Lors du câblage d'un bâtiment, on a toujours tendance à mettre la puissance de transmission maximale possible à disposition. Il ne suffit pas de satisfaire seulement aux exigences d'aujourd'hui. Même dans quelques années, les applications futures ne devront pas encore utiliser la pleine capacité du réseau existant. Selon les points de vue actuels, ce seraient des composants de la catégorie 7 pour des fréquences allant jusqu'à 600 MHz et 10 Gigabit Ethernet. Cependant, des connecteurs spéciaux sont définis pour ce standard. On quitte donc l'univers des connecteurs RJ45 connus et ainsi la compatibilité avec pratiquement tous les appareils de communication disponibles aujourd'hui.

La prochaine catégorie vers le bas est le standard cat. 6_A défini selon ISO/IEC qui permet également l'utilisation de 10 Gigabit Ethernet – pour des fréquences de 500 MHz seulement. Le « A » en indice sert à définir une limite par rapport au standard américain cat. 6A, lui-même défini dans la norme EIA/TIA 568 B2.10. Néanmoins, les composants selon la cat. 6_A de la norme ISO/IEC 11801, éd.2.2, sont soumis à des

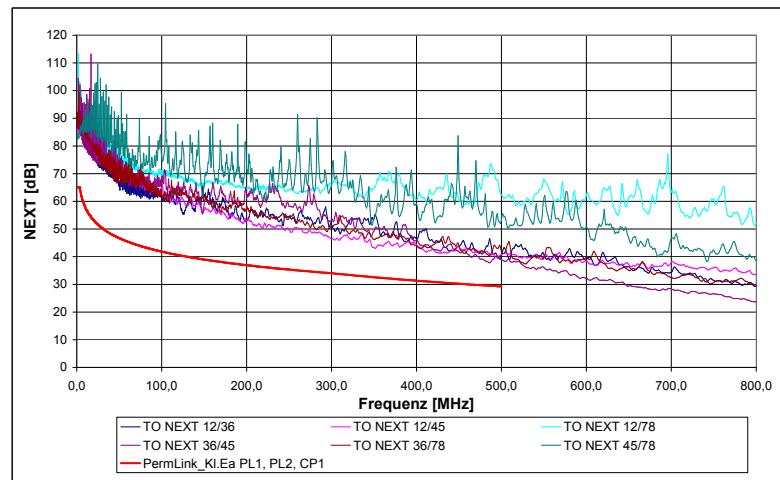
spécifications plus strictes en termes de puissance et d'immunité contre les parasites, si bien que le nombre d'erreurs de transmission est réduit et que la sécurité de la communication augmente.

Dans ce contexte, il est intéressant de savoir que les éléments qui correspondent au standard ISO/IEC satisfont également aux exigences de la norme EIA/TIA. Cependant, l'inverse n'est pas valable. Cela veut dire que les composants correspondant aux deux normes ne peuvent pas être mélangés à discrétion à l'intérieur d'un réseau.

Selon les critères actuels, 10 Gigabit Ethernet avec des composants de la cat. 6_A représente donc la norme de transmission idéale quand il s'agit de mettre suffisamment de réserves de largeur de bande de transmission

à disposition pour les prochaines années et de garantir aussi longtemps que possible les investissements effectués.

Cat. 6_A pose de tout nouveaux défis en termes de conception de câbles et de composants de raccordement. Beaucoup des influences perturbatrices existant déjà à des fréquences plus faibles apparaissent maintenant renforcées ou deviennent un problème. Les normes définissent des limites indiquant quelles influences perturbatrices sont encore permises ou pas. Les fabricants de composants de haute qualité veillent à ne pas satisfaire seulement aux contraintes absolues, mais à mettre aussi suffisamment de réserves à disposition pour assurer un fonctionnement fiable, même en cas de charge maximale.



Quel est le véritable problème ?

En quelques mots : tous les éléments d'un câblage structuré ne sont pas idéaux, ce qui a surtout des conséquences à hautes fréquences. Cela commence déjà avec le câble de données. Les câbles symétriques ne présentent pas toujours une symétrie idéale. Ici,

les asymétries apparaissent déjà en cours de production ou suite à la fatigue mécanique subie lors de l'installation, par ex. en raison des espaces de montage réduits. La conséquence est la diaphonie (crosstalk), donc l'influence mutuelle des différents canaux de

données. Le passage du câble au connecteur est également problématique. Des réflexions qui perturbent la transmission des données résultent du changement d'impédance.

Les paramètres d'influence les plus importants sont décrits brièvement ci-dessous.

NEXT – near end crosstalk (paradiaphonie)

La paradiaphonie s'avère être un cap difficile lors du couplage de câbles et de connecteurs. Elle décrit le couplage électromagnétique de deux paires de fils qui survient principalement à proximité de telles jonctions. Dans un système cat. 6_A, il convient de prendre 4 paires de fils en considération. L'influence de NEXT s'en trouve ainsi considérablement accrue. Les valeurs NEXT augmentent fortement avec la montée des fréquences.

Par des mesures telles que le torsadage symétrique et un blindage complémentaire, il est possible de compenser en majeure partie cette influence à l'intérieur du câble, ce qui augmente cependant le travail et les coûts de production. Des problèmes plus importants apparaissent au niveau du passage au connecteur ou à la broche femelle. Ici, le blindage du câble n'existe plus et, forcément, les fils ne peuvent plus être torsadés. Les

systèmes modernes permettent de réduire au maximum la longueur non protégée des différents fils. Ces connecteurs permettent d'établir une liaison idéale, reproductible et durable avec les différents fils, même sur le terrain, et de garantir ainsi la plus grande fiabilité possible du contact.

Return loss (perte en retour)

Un changement d'impédance qui entraîne une réflexion et ainsi une perte du signal intervient lors du passage d'un signal d'un composant à l'autre. Cet effet est observé au niveau de tous les passages à l'intérieur du système. Si on regarde un câblage de bureau normal, on peut imaginer que la perte en retour (return loss) représente un important

problème. Les câbles partent depuis le distributeur du bâtiment vers le dérivateur d'étage. La prochaine étape est alors la broche femelle. De là, les données passent via le connecteur dans le câble de brassage, de nouveau dans un connecteur puis dans la broche femelle de l'appareil terminal. De nombreux passages qui engendrent tous des pertes de signal.

La perte en retour ne peut être réduite au minimum qu'avec des composants exactement orchestrés.

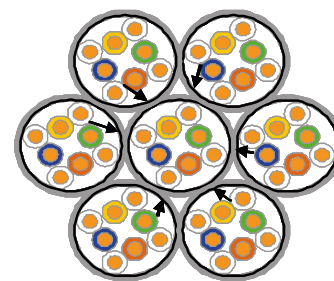
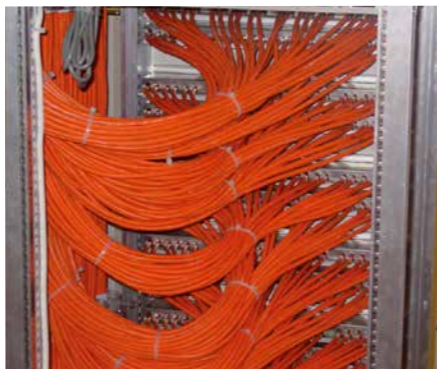


Alien Xtalk (paradiaphonie exogène)

Il s'agit bien de l'influence perturbatrice la plus redoutée. On parle de « Alien Xtalk » (paradiaphonie exogène) en cas de parasitage inductif d'un câble sur un câble voisin ou aussi sur un connecteur. Dans des environnements de bureau, la paradiaphonie exogène apparaît surtout suite à une trop grande proximité entre les câbles installés dans des gouttières trop étroites ou par de hautes densités d'équipement de panneaux de brassage et alors par parasitage inductif d'un connecteur à l'autre. Cet effet est seulement observé à des fréquences élevées et devient un véritable défi avec 10 Gigabit Ethernet. La paradiaphonie exogène ne peut être détectée que par des mesures techniques qui demandent beaucoup de travail. Néanmoins,

le fabricant devrait donner des indications relatives aux conditions de montage nécessaires pour permettre de réaliser une installation respectant les spécifications. Les mesures constructives permettant

d'exclure la paradiaphonie exogène sont un meilleur blindage ou l'utilisation de plus grands diamètres de câbles, ce qui, par contre, a des effets sur la fabrication et les coûts.



S/FTP-Kabel

Observations finales

Les spécifications du câblage structuré constituent seulement une première base pour la planification et la mise en œuvre du câblage d'un bâtiment. Pour relever le défi des différentes situations de montage, il faut disposer d'une multitude de solutions spécifiques pour tous les composants participant au réseau. Les spécifications nationales doivent absolument être respectées.

Les boîtiers de raccordement à confection modulaire, les panneaux de brassage et les connecteurs modernes permettent au monteur d'être tout à fait serein quant à la qualité de son travail.

De plus, ils permettent de réaliser le montage de l'ensemble du réseau en moins de temps et, en conséquence, en toute efficacité. 500 MHz cat. 6A double les exigences fonctionnelles par rapport à la

cat. 6 normale. Le développement et la fabrication de tels produits demande une large base de savoir-faire. Des composants de haute qualité offrent un rapport équilibré entre la stabilité mécanique et un haut niveau de performance. Cela nécessite des contrôles de qualité stricts garantissant que les normes sont satisfaites de manière fiable et que les équipements laissent encore de la marge de manœuvre vers le haut.

METZ CONNECT GmbH

Im Tal 2
78176 Blumberg
Allemagne

Tél. +49 7702 533-0
Fax +49 7702 533-189

info@metz-connect.com
www.metz-connect.com